

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

THIẾT KẾ THIẾT BỊ ĐỌC GHI MÀN HÌNH CỘT BƠM XĂNG DẦU

NGUYỄN THÁI SƠN

son.nt212951@sis.hust.edu.vn

Ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

Chữ ký của GVHD

Khoa: Tự động hóa

Trường: Điện - Điện tử

Hà Nội, 3/2025

**NHIỆM VỤ
ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Thái Sơn

Khóa: K66

Trường: Điện – Điện tử

Ngành: KT ĐK & TĐH

1. Tên đề tài

Thiết kế thiết bị đọc ghi màn hình cột bơm xăng dầu

2. Nội dung đề tài

Thiết kế và triển khai hệ thống gồm phần cứng và phần mềm để thu dữ liệu hiển thị trên màn hình cây xăng, giải mã và lưu các lượt bơm xăng. Lấy mẫu thông tin màn hình với tần số 100Hz. Có kết nối mạng LAN với máy tính nội bộ. Thiết bị có giao diện giám sát và điều khiển dạng Desktop App.

Các công việc bao gồm:

- Thiết kế mạch thu dữ liệu màn hình.
- Thu thập và phân tích tín hiệu gửi tới màn hình. Phân tích các byte gói tin, thiết kế bộ giải mã dữ liệu
- Thiết kế và triển khai firmware cho thiết bị thu dữ liệu màn hình. Cụ thể là lập trình cho vi điều khiển STM32 tại khối xử lý trung tâm.
- Thiết kế và triển khai phần mềm điều khiển và giải mã. Cụ thể là viết phần mềm trên máy tính (ngôn ngữ C++) thực hiện giải mã dữ liệu màn hình, phát hiện phiên bơm và điều khiển relay cho thiết bị.
- Triển khai cơ sở dữ liệu và giao diện hiển thị dữ liệu màn hình.
- Chạy kiểm thử hệ thống tại hiện trường.

3. Thời gian giao đề tài: 18/02/2025

4. Thời gian hoàn thành: dd/mm/yyyy

Ngày (dd) tháng (mm) năm 202y

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

Nguyễn Quốc Cường

LỜI CẢM ƠN

Đây là mục tùy chọn, nên viết phần cảm ơn ngắn gọn, tránh dùng các từ sáo rỗng.

Hà Nội, ngày 24 tháng 03 năm 2025

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Thái Sơn

TÓM TẮT ĐỒ ÁN

(Sẽ được bổ sung vào giai đoạn cuối của đồ án)

MỤC LỤC

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	i
DANH MỤC HÌNH VẼ	ii
DANH MỤC BẢNG BIỂU	iii
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG	1
1.1 Vai trò của thiết bị đọc ghi màn hình cột bơm xăng dầu	1
1.2 Khái quát về yêu cầu và chức năng của hệ thống	1
1.3 Phạm vi nghiên cứu	2
1.4 Phương pháp nghiên cứu	3
1.5 Cấu trúc đề án	4
1.6 Kết luận chương	4
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	5
2.1	5
CHƯƠNG 3. PHƯƠNG PHÁP LUẬN	6
3.1 Phân tích yêu cầu hệ thống	6
3.1.1 Thiết bị đọc ghi màn hình	6
3.1.2 Phần mềm giải mã	6
3.1.3 Hệ thống mạng	7
3.2 Mô hình thiết kế tổng thể	7
3.2.1 Sơ đồ khối chức năng thiết bị đọc ghi màn hình (Device) . . .	7
3.2.2 Sơ đồ khối chức năng phần mềm giải mã (Device Service) . .	8
3.3 Thiết kế phần cứng thiết bị đọc màn hình	9
3.3.1 Sơ đồ khối phần cứng thiết bị đọc màn hình	9
3.3.2 Lựa chọn linh kiện và vẽ sơ đồ nguyên lý	9
3.4 Thiết kế firmware thiết bị đọc màn hình	14
3.4.1 Kiến trúc triển khai firmware	14
3.4.2 Trình tự giao tiếp giữa các khối	15
CHƯƠNG 4. MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ	19
KẾT LUẬN	20

TÀI LIỆU THAM KHẢO

21

PHỤ LỤC

22

A Một số phương pháp đo và hiệu chuẩn

22

DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

HESS	Hybrid Energy Storage System
SC	Super Capacitor
EMS	Energy Management Strategy

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Minh họa mục tiêu đầu ra của hệ thống	1
Hình 1.2. Mạch phần cứng màn hình cây xăng hãng ZCheng	4
Hình 3.1. Các thành phần của hệ thống	6
Hình 3.2. Sơ đồ khối chức năng thiết bị đọc ghi màn hình (Device)	7
Hình 3.3. Sơ đồ khối chức năng phần mềm giải mã và chốt phiên bơm (Device Service)	8
Hình 3.4. Sơ đồ khối triển khai phần cứng thiết bị đọc ghi màn hình	9
Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý khối xử lý trung tâm	11
Hình 3.6. Sơ đồ nguyên lý khối đầu vào tín hiệu	12
Hình 3.7. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn và giao tiếp Ethernet	13
Hình 3.8. Sơ đồ khối triển khai phần mềm Device	14
Hình 3.9. Trình tự giao tiếp: Thiết lập kết nối tới phần mềm giải mã Device Service	15
Hình 3.10. Trình tự giao tiếp: thu thập và đẩy dữ liệu màn hình	16
Hình 3.11. Trình tự giao tiếp: cập nhật firmware từ xa (OTA)	17

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 0.1. Bảng cập nhật báo cáo.	iv
Bảng 0.2. Bảng kế hoạch dự án.	v
Bảng 0.3. Biên bản cuộc họp.	vi

Bảng cập nhật báo cáo

Bảng 0.1. Bảng cập nhật báo cáo.

Ngày	Nội dung báo cáo	Sửa đổi / ghi chú
4/3	Bảng kế hoạch	Lập bảng kế hoạch công việc
24/3	Chương 1: Tổng quan hệ thống	Viết nội dung tổng quan hệ thống
25/3	Meeting note	Ghi các meeting note vào báo cáo

Kế hoạch thực hiện

Bảng 0.2. Bảng kế hoạch dự án.

Tuần	Nhiệm vụ	Yêu cầu cần đạt	Trạng thái
26	Xác định mục tiêu đề tài	Liệt kê yêu cầu bài toán, chức năng thiết bị	Hoàn thành
27	Tìm hiểu đặc điểm cột bơm, xác định phạm vi bài toán	Báo cáo trình bày đặc điểm cột bơm	Hoàn thành
28	Lập bảng kế hoạch công việc	File Excel có bảng liệt kê các đầu việc chi tiết cho các tuần cùng với tiến độ được cập nhật	Hoàn thành
29	Vẽ sơ đồ hệ thống	Sơ đồ tổng quan hệ thống	Hoàn thành
30	Liệt kê và tìm hiểu các công nghệ sử dụng	Báo cáo tìm hiểu các phần tử IC được sử dụng, CPLD và STM32	Hoàn thành
31	Tìm hiểu mạch cứng	Đọc hiểu và viết tài liệu về mạch cứng, tìm hiểu các linh kiện	Đang thực hiện
32	Vẽ thiết kế mạch cứng	Bản thiết kế mạch cứng	Chưa làm
32	Triển khai hệ thống phần mềm	Xây dựng kiến trúc source code và chuẩn API	Chưa làm
33	Triển khai backend server	Demo backend server giao tiếp bằng chuẩn API đã đưa ra	Chưa làm
34	Triển khai giao diện hiển thị	Demo giao diện mô phỏng màn hình cây xăng theo thời gian thực	Chưa làm
35	Kiểm thử, chạy thử hệ thống và quay video demo	Demo chạy thử toàn hệ thống, trình bày các lỗi phát sinh nếu có	Chưa làm
36	Viết báo cáo quyền	Trình bày quyền	Chưa làm
37	Viết báo cáo dạng báo cáo khoa học	Trình bày báo cáo	Chưa làm

Biên bản cuộc họp

Bảng 0.3. Biên bản cuộc họp.

Ngày	Nội dung	Quyết định	Nhiệm vụ tiếp theo
25/2	Giao đề tài và nêu ý tưởng chung về đề tài	Đưa ra các đầu việc, thống nhất về đầu mối	Tìm hiểu công nghệ, dựng hệ thống và tài liệu hóa
4/3	Trình bày sơ bộ về tiến độ, bảng kế hoạch (đã đưa và đang chờ duyệt). Thống nhất lịch họp hàng tuần	Khoảng hết tuần 5, đầu tuần 6 báo cáo overview và kế hoạch đồ án	Bắt đầu viết tài liệu hệ thống

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG

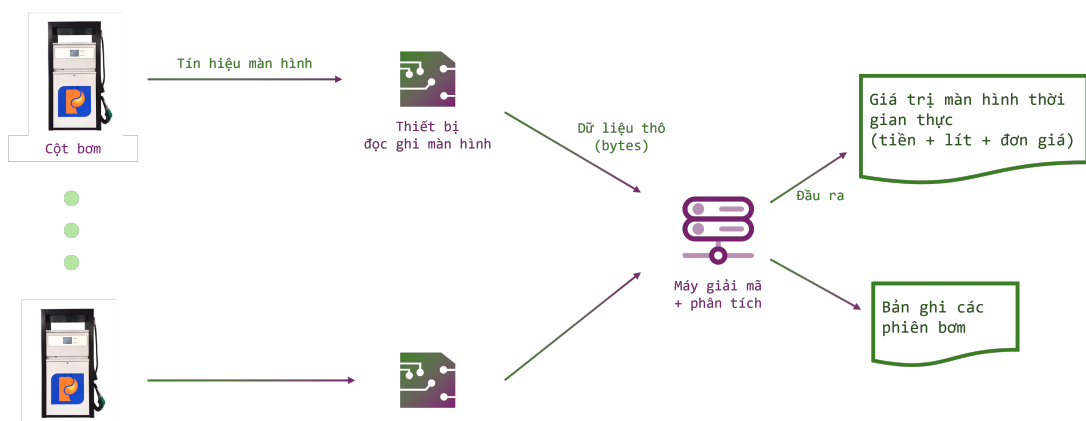
1.1 Vai trò của thiết bị đọc ghi màn hình cột bơm xăng dầu

Công nghệ số mang đến ngày càng nhiều lợi ích to lớn về mặt tiện dụng, hiệu quả và tiết kiệm thời gian cho doanh nghiệp cũng như người dùng. Từ đó, nhu cầu lớn về chuyển đổi số được phát sinh. Các thông tin giao dịch, hóa đơn trên giấy tờ ngày càng được thay thế bằng các giao dịch, hóa đơn điện tử, thuận tiện cho truyền tải thông tin, lưu trữ và quản lý. Các hệ thống trạm xăng và cột bơm cũng không phải ngoại lệ với nhu cầu đó, các giao dịch, lượt bơm xăng cũng cần được ghi lại dưới dạng dữ liệu số để gửi lên máy chủ của doanh nghiệp, thuận tiện lưu trữ và thống kê một cách chính xác, ổn định và giảm hoặc triệt tiêu những lỗi con người có thể gây ra.

Những cột bơm mới được bán gần đây cũng đã được sản xuất tích hợp chức năng xuất hóa đơn điện tử. Nhưng còn một lượng rất lớn những cây xăng với công nghệ cũ vẫn còn đạt tiêu chuẩn và sử dụng tốt được ở nhiều trạm bơm trên khắp cả nước, việc bỏ hẳn những cây xăng này đi thay bằng những cây xăng công nghệ mới sẽ tốn nhiều thời gian và chi phí đầu tư, gây lãng phí cũng như thải nhiều rác thải điện tử hơn cho môi trường. Từ đó xuất hiện nhu cầu cải tiến những cây xăng cũ để xuất được hóa đơn điện tử, chi phí và thời gian doanh nghiệp bỏ ra sẽ được tối ưu hơn.

Từ yêu cầu trực tiếp của doanh nghiệp, báo cáo này được viết để đưa ra phương án thiết kế và triển khai hệ thống có thể đọc ghi và giải mã, phân tích dữ liệu màn hình cây xăng, từ đó phát hiện được các lần giao dịch và lưu trữ, quản lý các lượt giao dịch - lượt bơm xăng đó.

1.2 Khái quát về yêu cầu và chức năng của hệ thống



Hình 1.1. Minh họa mục tiêu đầu ra của hệ thống

Mục tiêu là thiết kế thiết bị đọc ghi và giải mã màn hình cây xăng đáp ứng những nhu cầu sau:

1. Giám sát số liệu hiển thị trên cột bơm theo thời gian thực

Hệ thống có thể đọc và hiển thị trực tiếp dữ liệu cột bơm theo thời gian thực bao gồm: số tiền, số lít và đơn giá. Người dùng có thể theo dõi trạng thái hiển thị của cột bơm ngay tại phòng điều khiển mà không cần quan sát trực tiếp màn hình cột.

2. Phát hiện các lượt bơm hoàn chỉnh

Thông qua các số liệu thời gian thực (số tiền, số lít, đơn giá) của cột bơm, hệ thống phát hiện được đầu là bắt đầu và kết thúc của một lượt bơm xăng, thông báo một lượt bơm/hóa đơn hoàn chỉnh.

3. Lưu trữ và hiển thị các lượt bơm

Các lượt bơm được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu, tạo cơ sở để có thể xuất các hóa đơn điện tử.

4. Hỗ trợ điều khiển từ xa

Việc ghi dữ liệu cột bơm có thể được điều khiển bật tắt từ xa, thông qua giao diện phần mềm.

5. Cập nhật phần mềm từ xa (OTA)

Hỗ trợ cập nhật phần mềm từ xa, cho phép người dùng cập nhật phiên bản mới từ giao diện người dùng để có tối ưu những tính năng, tiện ích mới nhất từ phiên bản phần cứng đã có.

Thông qua việc triển khai mục tiêu trên, đề tài hướng tới tạo ra một hệ thống đọc và giải mã màn hình cây xăng hoàn chỉnh, đáp ứng nhu cầu quan sát từ xa các cột bơm theo thời gian thực, tự động phát hiện và ghi lại được các lượt bơm, tạo tiền đề để phát triển các ứng dụng như là xuất hóa đơn điện tử, thanh toán không chạm, và các ứng dụng khác.

1.3 Phạm vi nghiên cứu

Thiết bị đọc ghi màn hình cột bơm xăng dầu có thể đọc ghi và giải mã loại cột bơm truyền thống có đặc điểm sau:

- Hãng sản xuất: ZCheng
- Loại cáp màn hình: 8P 3.96mm
- Số lượng chân cáp: 8
- Số chân tín hiệu của cáp: 3
- Giao thức: SPI
- Độ lớn frame: 22 byte
- Bit rate: 400Kb/s
- Tần số frame: 100Hz

Đây là loại cột bơm cũ phổ biến tại các trạm xăng trên thị trường. Phạm vi chức năng của hệ thống bao gồm:

1. Giám sát số liệu hiển thị trên cột bơm theo thời gian thực

Thu và giải mã dữ liệu SPI gửi tới màn hình thiết bị. Hiển thị giá trị màn hình (số tiền, số lít, đơn giá) theo thời gian thực trên giao diện người dùng.

2. Phát hiện các phiên bơm hoàn chỉnh

Sau khi bơm xăng, người vận hành dừng bơm một thời gian (5s) hoặc nhấn nút reset để bắt đầu phiên bơm mới, thiết bị phát hiện và ghi lại giá trị màn hình hiện tại thành một phiên bơm.

3. Lưu trữ và hiển thị các lượt bơm

Các bản ghi phiên bơm được lưu vào cơ sở dữ liệu ngay trên máy tính nội bộ và hiển thị lên giao diện quản lý

4. Hỗ trợ điều khiển từ xa

Thiết bị đọc màn hình cây xăng có 2 relay đóng ngắt có thể nối nối tiếp vào cột bơm. Từ giao diện quản lý, có thể điều khiển relay đóng ngắt bằng nút ấn trên giao diện.

5. Cập nhật phần mềm từ xa (OTA)

Từ giao diện quản lý, có thể tải (upload) file phần mềm dạng mã nhị phân, gửi cho thiết bị đọc màn hình để thiết bị tự cập nhật.

1.4 Phương pháp nghiên cứu

Bối cảnh màn hình cây xăng là các màn hình cũ, không có tài liệu cụ thể về thiết phần cứng và giao thức.

Do đó, cần khảo sát tín hiệu màn hình. Sử dụng mạch thu và phần mềm của Logic Analyzer để thu tín hiệu theo các bước sau:

- Sử dụng đồng hồ đo áp, xác định các chân nguồn, đất, tín hiệu và các chân có điện áp cao (để tránh cắm chân Logic Analyzer vào các chân có điện áp cao này).

- Sử dụng mạch cứng và phần mềm Logic Analyzer nối vào các chân tín hiệu tới màn hình để thu các tín hiệu. Đồng thời, sử dụng máy quay quay lại màn hình hiển thị trong quá trình thu.

- Thực hiện các thao tác phổ biến: reset màn hình, bơm xăng, preset màn hình (đặt trước giá trị tiền hoặc lít cần bơm) rồi ghi lại tín hiệu và video màn hình trong quá trình vận hành thao tác.

- Khảo sát tín hiệu, so sánh tín hiệu với giá trị hiển thị trên màn hình để xác định:

- Vị trí các chân (nguồn, đất, cấp xung, dữ liệu, ...)
- Giao thức sử dụng (SPI), dấu hiệu bắt đầu và kết thúc một gói tin
- Ý nghĩa các byte trong gói tin

Từ đó, chế tạo mạch thu gói tin theo giao thức SPI và thiết kế phần mềm giải mã.



Hình 1.2. Mạch phần cứng màn hình cây xăng hãng ZCheng

1.5 Cấu trúc đồ án

Nội dung được trình bày ở các chương tiếp theo bao gồm:

- Tổng quan lý thuyết và công nghệ: Trình bày các nền tảng lý thuyết và mô tả các công nghệ được sử dụng trong thiết kế.
- Thiết kế hệ thống sản phẩm: Bao gồm sơ đồ các khối chức năng của thiết bị đọc ghi màn hình và phần mềm giải mã, cùng với thiết kế chi tiết (mạch cứng và phần mềm) từng khối, trình tự giao tiếp giữa các khối.
- Triển khai và thử nghiệm: Thử nghiệm thiết bị trên màn hình cột bơm tại hiện trường, đánh giá kết quả.
- Kết luận và hướng phát triển.

1.6 Kết luận chương

Trong chương này, em đã đưa ra bối cảnh thực tế của bài toán, giải thích nhu cầu thực tế của thiết bị đọc ghi màn hình cây xăng, cùng với lợi ích mà nó mang lại trong quá trình phát triển và chuyển đổi số.

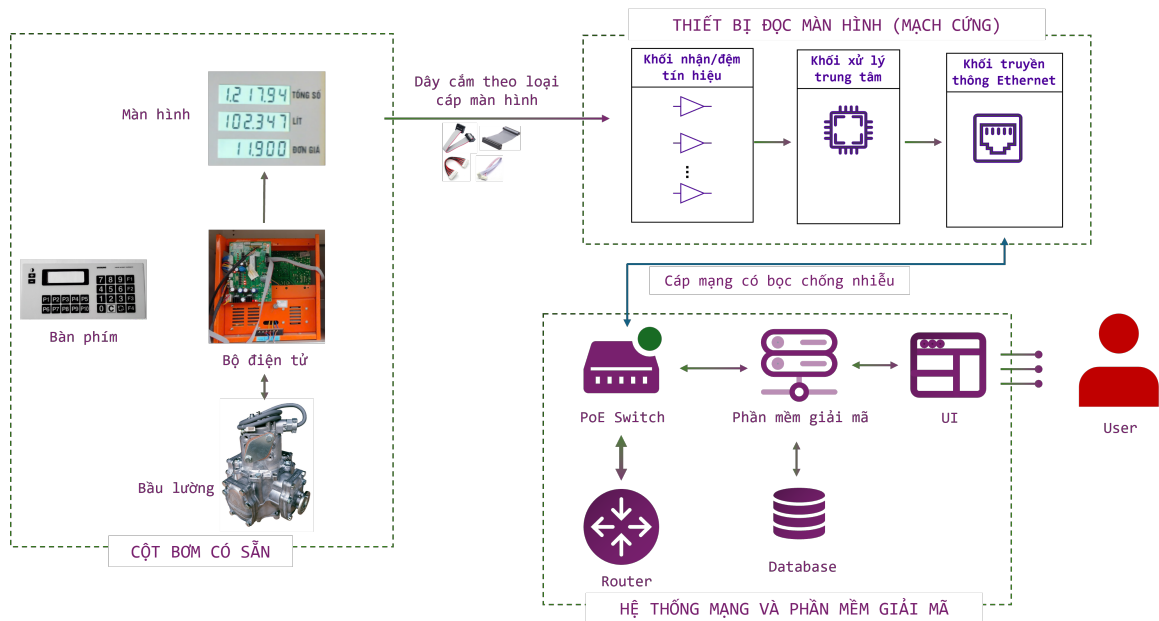
Đồng thời, chương này liệt kê các yêu cầu kỹ thuật cụ thể, cách tiếp cận bài toán từ đó đưa ra hướng thiết kế và triển khai tiếp theo.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1

CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

3.1 Phân tích yêu cầu hệ thống



Hình 3.1. Các thành phần của hệ thống

Các thành phần chính của hệ thống bao gồm:

3.1.1 Thiết bị đọc ghi màn hình

Là mạch cứng gắn vào màn hình cột bơm, thu dữ liệu thô màn hình:

- Kích cỡ: vừa, có thể lắp đặt trong cột bơm
- Tần số lấy mẫu: 100Hz
- Cấp nguồn riêng
- Nguồn và tín hiệu vào được cách ly quang, đảm bảo không có tín hiệu quay ngược trở lại màn hình
- Có 2 relay đóng ngắt có thể nối nối tiếp với cột bơm
- Giao tiếp, gửi dữ liệu thông qua Ethernet
- (Optional) Đầu vào tín hiệu (cáp và bộ chuyển đổi tín hiệu) có thể thích hợp với nhiều loại màn hình khác ngoài ZCheng để phục vụ thu thập và phân tích thêm các loại cột bơm khác.

3.1.2 Phần mềm giải mã

Phần mềm giải mã đặt trong máy tính nội bộ tại trạm:

- Đọc và giải mã tín hiệu tới màn hình với tần số 100Hz.

- Giao diện phần mềm hiển thị màn hình đã giải mã theo thời gian thực
- Phát hiện, lưu trữ các phiên bơm. Giao diện hiển thị các phiên bơm đã lưu trữ.
- Điều khiển đóng ngắt relay.
- Có cơ chế cập nhật firmware (OTA) cho thiết bị.

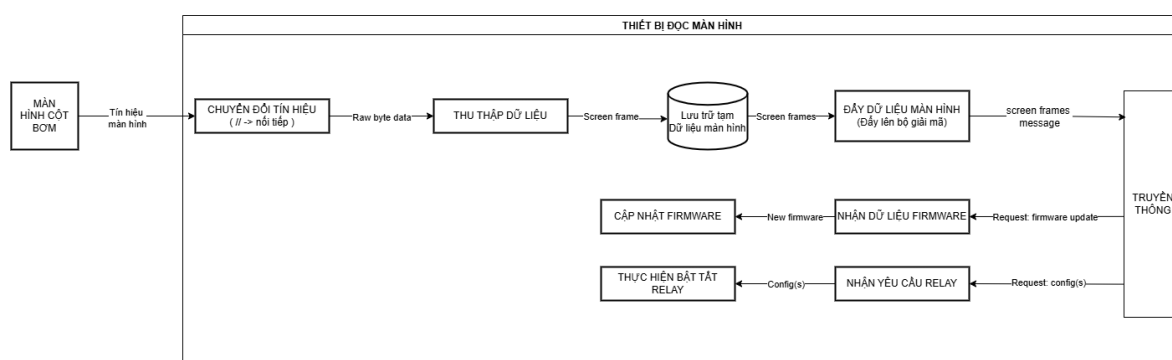
3.1.3 Hệ thống mạng

- POE Switch cấp nguồn riêng cho thiết bị đọc ghi màn hình
- Router điều khiển mạng LAN, cấp phát IP cho thiết bị
- Các thiết bị (thiết bị đọc ghi màn hình và phần mềm giải mã trong máy tính nội bộ) có thể tự động dò tìm và kết nối với nhau.

3.2 Mô hình thiết kế tổng thể

Phần này nêu ra sơ đồ khối chức năng các thành phần hệ thống. Qua đó mô tả chức năng cụ thể của thành phần thông qua các khối, đồng thời mô tả cách các khối giao tiếp với nhau.

3.2.1 Sơ đồ khối chức năng thiết bị đọc ghi màn hình (Device)



Hình 3.2. Sơ đồ khối chức năng thiết bị đọc ghi màn hình (Device)

Giải thích các khối chức năng:

• Chuyển đổi tín hiệu:

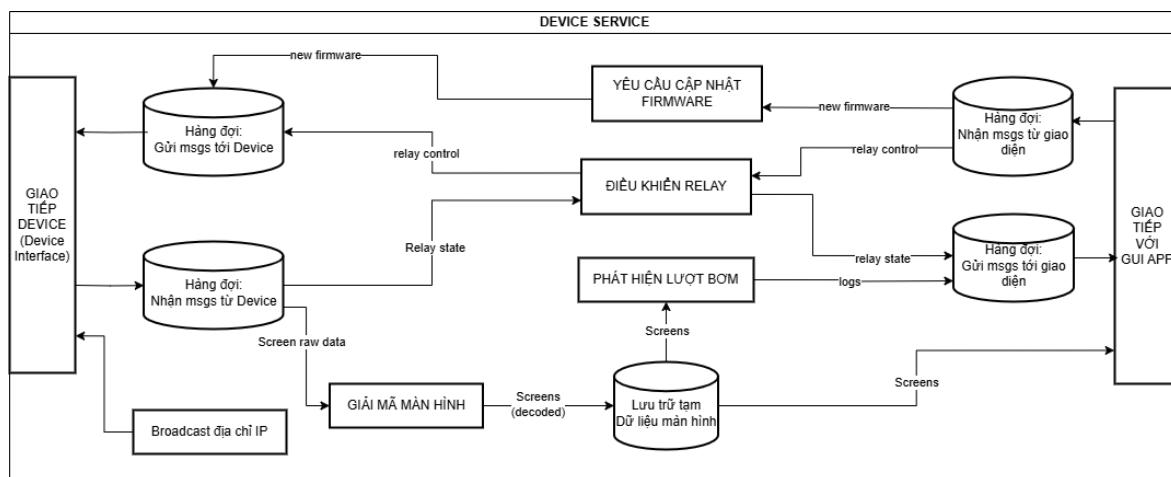
Nếu tín hiệu gửi tới màn hình cột bơm là nối tiếp, khối này đệm tín hiệu nối tiếp tới bộ Thu thập dữ liệu

Nếu tín hiệu gửi tới màn hình cột bơm là song song, có nhiều chân dữ liệu, khối này chuyển đổi tín hiệu từ các chân thành tín hiệu nối tiếp -> chuyển đổi thành các SPI frame để đệm tới bộ Thu thập dữ liệu.

- **Thu thập dữ liệu:** Thu thập các byte data tổng hợp thành các screen frame, lưu tạm vào 1 in-mem database.
- **Đẩy dữ liệu lên màn hình:** Thiết bị đọc màn hình tạo 1 message (request message) gồm nhiều screen frame để đẩy lên máy tính local

- **Nhận và cập nhật firmware mới:** Thiết bị đọc màn hình có thể nhận firmware mới từ máy tính local hoặc Logi Service và tự động cập nhật, khởi động lại
- **Nhận và cập nhật relay:** Thiết bị đọc ghi màn hình có thể nhận và thực hiện yêu cầu bật tắt relay
- **Truyền thông:** Lấy địa chỉ IP, dò tìm địa chỉ của phần mềm giải mã và tự động kết nối. Truyền nhận dữ liệu với phần mềm giải mã thông qua mạng LAN.

3.2.2 Sơ đồ khối chức năng phần mềm giải mã (Device Service)



Hình 3.3. Sơ đồ khối chức năng phần mềm giải mã và chốt phiên bơm (Device Service)

Giải thích các khối chức năng:

- **Giao tiếp với Device (Thiết bị đọc ghi màn hình):**

Khối này được thiết kế chạy trên 1 luồng độc lập, nghe các yêu cầu kết nối từ thiết bị đọc ghi màn hình, kiểm tra và giữ kết nối nếu thiết bị hợp lệ

Truyền nhận gói tin với thiết bị đọc ghi và đẩy dữ liệu tới các khối khác để xử lý logic chính.

- **Giao tiếp với giao diện (GUI App):** Giữ kết nối và truyền nhận dữ liệu với phần mềm giao diện bao gồm:

Stream dữ liệu màn hình đã giải mã theo thời gian thực.

Gửi các phiên bơm (log) phát hiện được và trạng thái relay.

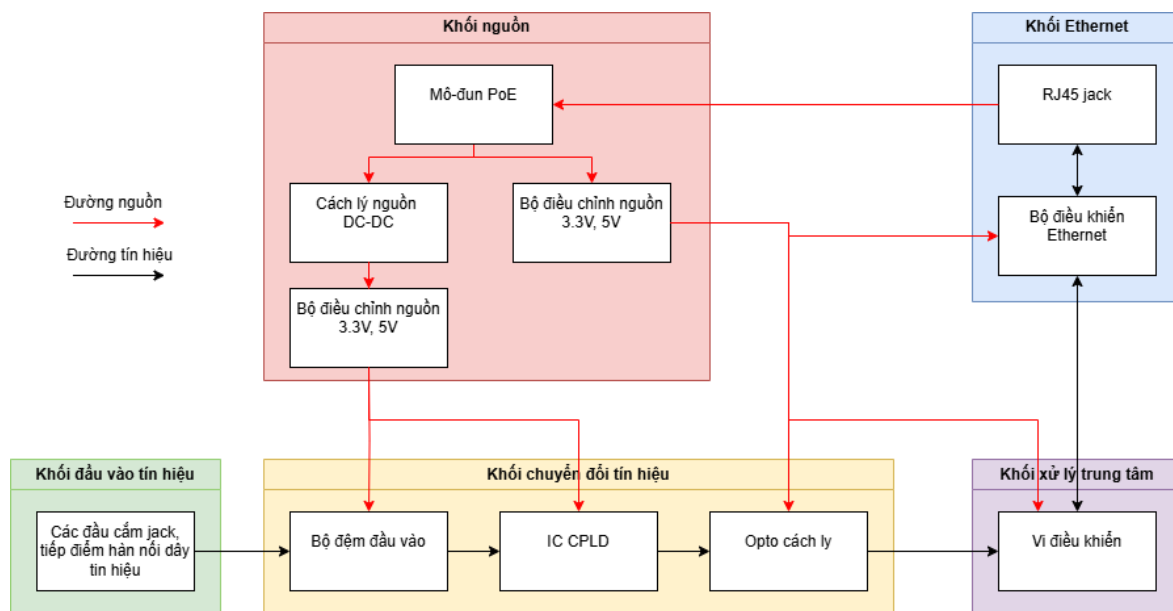
Nhận các yêu cầu từ giao diện: cập nhật firmware, relay.

- **Giải mã màn hình và phát hiện phiên bơm:** Giải mã các gói tin dạng byte theo từng loại màn hình để được dữ liệu màn hình thời gian thực (số tiền, lít, đơn giá). Từ đó phát hiện trạng thái của máy (đang dừng và dừng trong bao nhiêu giây, đang tăng, reset) và phát hiện phiên bơm.
- **Cập nhật firmware:** Nhận file firmware từ giao diện, kiểm tra và thực hiện OTA với thiết bị đọc màn hình

- **Điều khiển relay:** Chuyển tiếp gói tin yêu cầu bật tắt relay tới thiết bị đọc ghi màn hình

3.3 Thiết kế phần cứng thiết bị đọc màn hình

3.3.1 Sơ đồ khối phần cứng thiết bị đọc màn hình



Hình 3.4. Sơ đồ khối triển khai phần cứng thiết bị đọc ghi màn hình

Thiết bị mạch cứng được cấp nguồn riêng bởi POE Switch. Nguồn và tín hiệu vào được các ly bởi bộ cách ly nguồn DC-DC, các bộ đệm đầu vào và Opto cách ly, đảm bảo không ảnh hưởng tới nguồn cấp của cột bơm cũng như không có tín hiệu hay nhiễu đẩy ngược về cột bơm.

Khối đầu vào tín hiệu và khối chuyển đổi tín hiệu cũng được thiết kế thêm để thu và khảo sát được nhiều loại màn hình khác, phục vụ cho việc mở rộng chức năng hệ thống.

Thiết bị giao tiếp với phần mềm giải mã thông qua mạng LAN, sử dụng khối Ethernet.

3.3.2 Lựa chọn linh kiện và vẽ sơ đồ nguyên lý

a. Khối xử lý trung tâm

Yêu cầu lựa chọn:

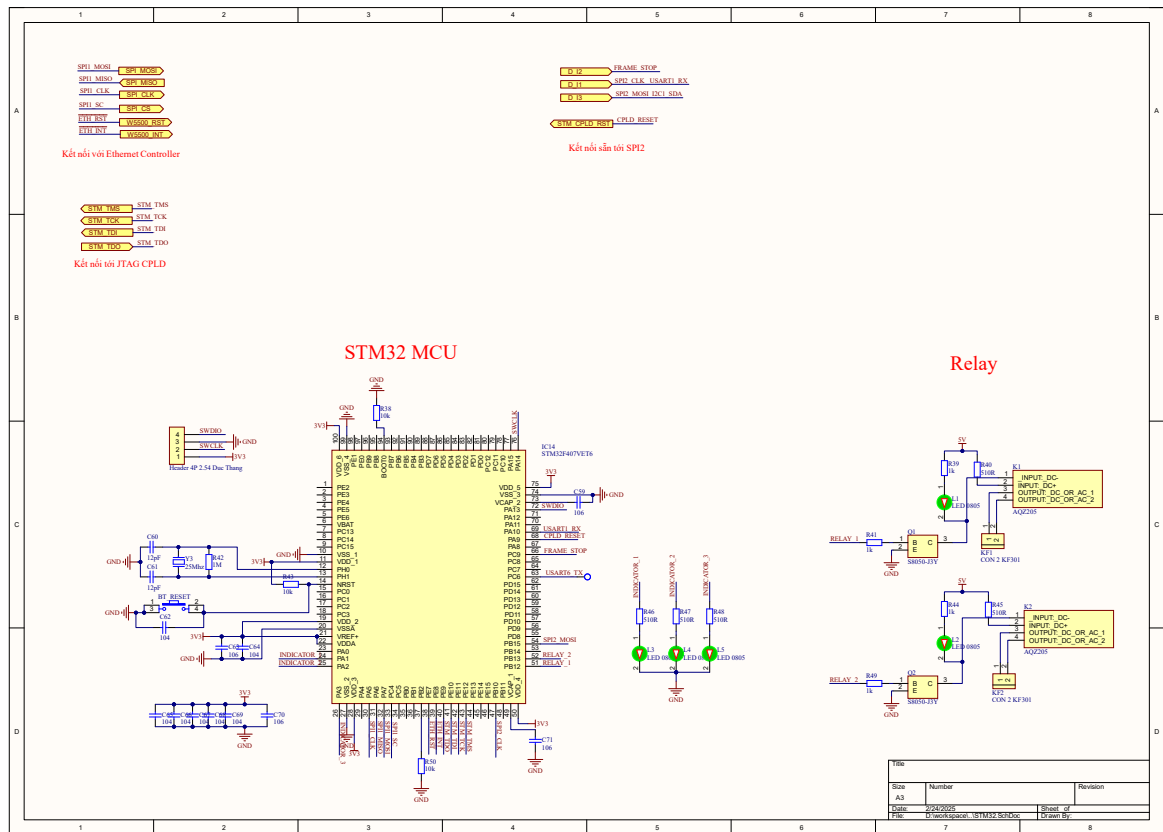
- Có 2 cổng giao tiếp SPI: mục đích để giao tiếp với khối chuyển đổi tín hiệu và với khối Ethernet.
- Bộ nhớ flash lớn hơn 220KB (chứa được 2 firmware, mỗi firm 110kB)

Từ những yêu cầu trên, lựa chọn STM32F407VET6 là vi điều khiển xử lý trung tâm. Các tính năng nổi bật của STM32F407VET6:

- Vi điều khiển sử dụng lõi ARM Cortex-M4 32-bit, tốc độ tối đa 168 MHz, tích hợp bộ xử lý dấu chấm động (FPU) và tập lệnh DSP, phù hợp cho các ứng dụng điều khiển và xử lý tín hiệu thời gian thực.
- Bộ nhớ Flash Main Memory 512 KB, được chia thành các sector như sau:
 - Sector 0-3: mỗi sector 16 KB
 - Sector 4: 64 KB
 - Sector 5, 6 và 11: mỗi sector 128-KB
- Cho phép linh hoạt khi lưu nhiều firmware (ví dụ dual-bank firmware upgrade), hoặc phân vùng cho bootloader, data log, cấu hình...
- Tích hợp 3 cổng SPI (SPI1, SPI2, SPI3), hỗ trợ chế độ master/slave, tốc độ tối đa đến 42 MHz (SPI1) và 21 MHz (SPI2/SPI3). Phù hợp cho các giao tiếp tốc độ cao như ADC ngoại vi và module Ethernet SPI.
- Có tổng cộng 17 bộ Timer, gồm 12 timer 16-bit và 2 timer 32-bit. Hỗ trợ nhiều chế độ: PWM, encoder, input capture, output compare, rất hữu ích trong điều khiển động cơ, đo thời gian hoặc phát xung.
- Hỗ trợ nhiều chuẩn giao tiếp ngoại vi: UART, I2C, USB OTG, CAN, SDIO, Ethernet MAC - thuận tiện cho mở rộng và kết nối các module chức năng khác.
- Hoạt động với điện áp 1.8 V đến 3.6 V, hỗ trợ các chế độ tiết kiệm năng lượng như Sleep, Stop, và Standby - phù hợp cho ứng dụng nhúng có yêu cầu tiêu thụ điện thấp.

Sơ đồ nguyên lý mạch:

- Nguồn cấp 3.3V được đưa vào các chân VDD và Vref của module, các chân VSS được nối đất. Thiết kế nguồn nối với đất qua các tụ Bypass có nhiệm vụ lọc nhiễu cao tần cho nguồn nuôi vi điều khiển.
- Sử dụng SPI1 để giao tiếp với chip Ethernet. SPI2 để giao tiếp với khối chuyển đổi dữ liệu
- Các chân PA1, PA2, PA3 điều khiển đèn báo led
- Reset STM32 được thực hiện khi chân NRST hạ xuống mức 0:
 - Điện trở kéo lên 10K Ω
 - Tụ điện: C = 100nF, giúp tạo xung reset ngắn nhưng đủ để tái khởi STM32
- Mạch nạp cho STM32:
 - Thiết kế mạch nạp theo chuẩn SWD



Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý khối xử lý trung tâm

– Hỗ trợ nạp thông qua mạch nạp STLink

Khởi đầu vào tín hiệu

Yêu cầu lựa chọn:

Ngoài việc thu và giải mã loại màn hình ZCheng, khối đầu vào tín hiệu còn cần hỗ trợ các loại đầu vào cho màn hình khác để thu mẫu dữ liệu, phục vụ cho việc giải mã, mở rộng hệ thống sau này. Các loại đầu vào màn hình đã khảo sát được bao gồm:

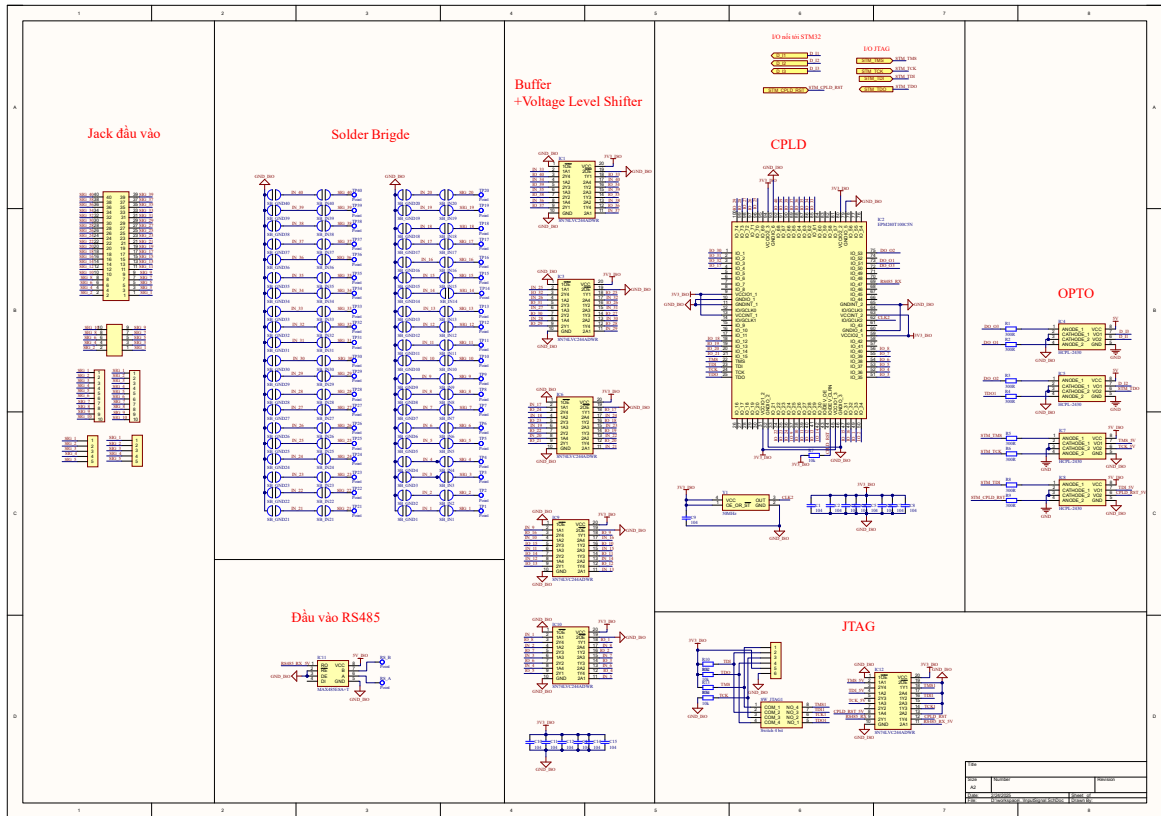
- Đầu vào SPI (cho màn hình ZCheng, đã giải mã được). Loại cáp: 8P 3.96mm. Số chân tín hiệu: 3
- Loại cáp: 5P 3.96mm, số chân tín hiệu: 2
- Loại cáp: IDE 10. Số chân tín hiệu 3
- Loại cáp: IDE 40. Số chân tín hiệu 30

Với danh sách loại đầu vào ở trên, thiết kế khối đầu vào tín hiệu gồm các đầu jack cắm và tiếp điểm hàn để đấu nối dây điện. Khối gồm 2 phần:

- Các đầu cắm cáp: hỗ trợ các loại cáp đã khảo sát.

- Các điểm hàn nối dây: Trường hợp các loại màn hình khác, sẽ hàn các đường tín hiệu đó thông qua các đầu tiếp điểm hàn, kèm dây điện nối (nếu cần). Vị trí mỗi hàn, đầu dây sẽ cố định theo từng loại tín hiệu màn hình.

Tổng số chân cho khối đầu vào tín hiệu là 40 chân.



Hình 3.6. Sơ đồ nguyên lý khối đầu vào tín hiệu

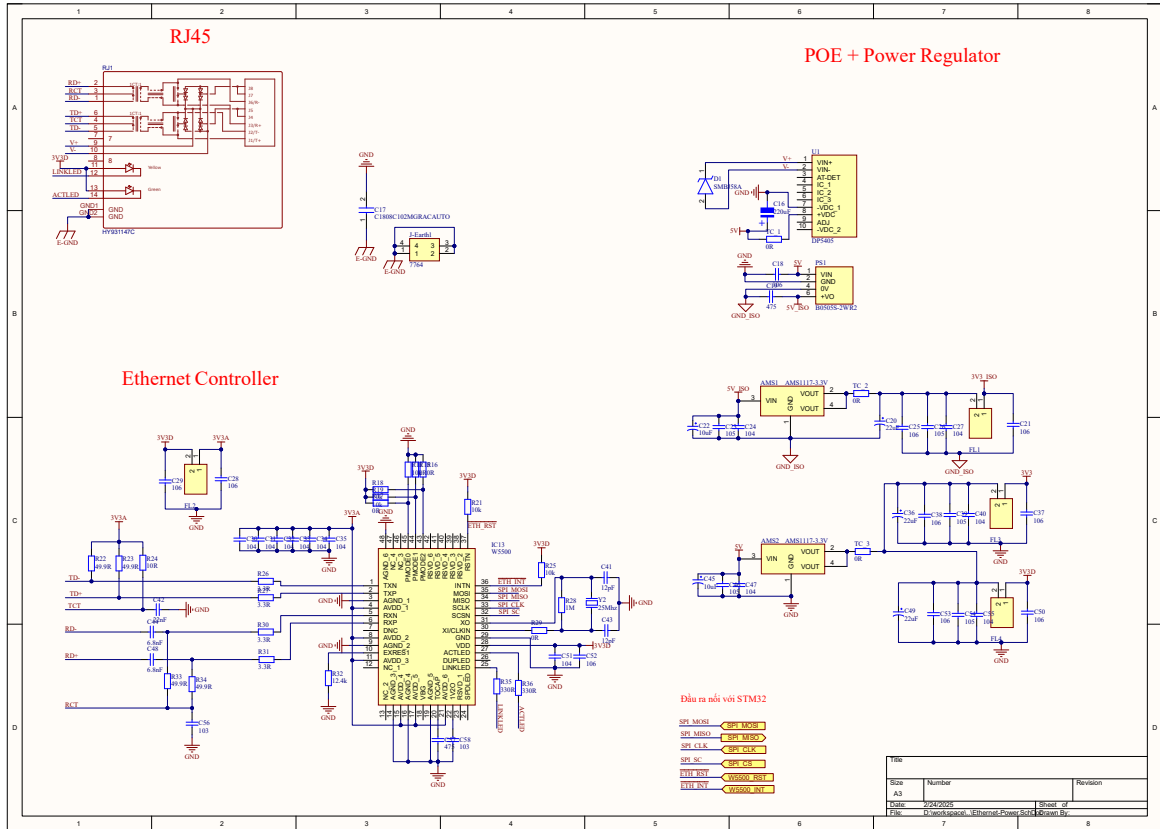
Khối nguồn và Ethernet

Yêu cầu thiết kế:

- Khối nguồn:
 - Cấp nguồn 3.3V cho khối khác. Chuyển đổi nguồn 5V của POE sang 3.3V.
 - Cách ly và chống nhiễu.
- Khối Ethernet:
 - Chống nhiễu.
 - Giao tiếp với MCU (STM32) theo chuẩn SPI.

Với những yêu cầu trên, lựa chọn:

- B0505S-2WR2 và AMS1117-3.3V để cách ly và chuyển đổi nguồn POE thành nguồn 3.3V.
- Chip W5500 để giao tiếp Ethernet.



Hình 3.7. Sơ đồ nguyên lý khối nguồn và giao tiếp Ethernet

Giải thích khối nguồn:

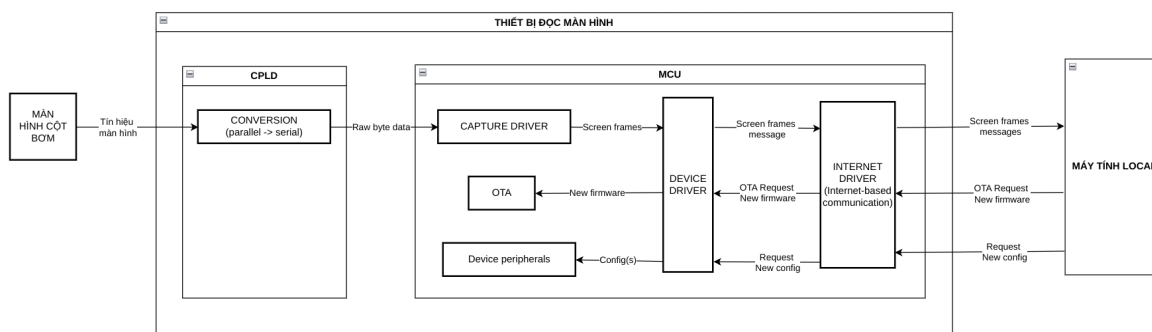
- Mô-đun DP5405 để nhận nguồn từ PoE Switch (thông qua jack RJ45), chuyển đổi sang điện áp 5VDC để cấp nguồn cho toàn bộ thiết bị.
- IC B0505S: Có chức năng chuyển đổi điện áp 5VDC sang điện áp 5VDC cách ly. Việc cách ly nguồn để góp phần cách ly tín hiệu điện giữa tín hiệu của cáp màn hình với tín hiệu khác trong mạch, để 2 loại tín hiệu này không ảnh hưởng tới nhau.
- IC AMS1117-3.3V: Là IC điều chỉnh nguồn, đầu ra IC sẽ cung cấp nguồn điện áp 3.3V cho các linh kiện khác trong mạch. Có 2 IC trong đó IC thứ nhất để chuyển đổi điện áp 5VDC sang 3.3VDC, IC thứ hai chuyển đổi điện áp 5VDC cách ly sang 3.3V, từ đó điện áp 3.3V này cũng được cách ly với điện áp 3.3VDC ở IC thứ nhất.

Giải thích khối Ethernet:

- Jack cắm Ethernet: Sử dụng jack RJ45 HY931147C để cắm dây Ethernet vào thiết bị, vừa để dẫn nguồn cho thiết bị, vừa để hỗ trợ giao tiếp mạng Ethernet.
- IC điều khiển Ethernet: Sử dụng IC W5500 để cung cấp các chức năng liên quan đến truyền/nhận dữ liệu thông qua Ethernet cho khối Xử lý trung tâm.

3.4 Thiết kế firmware thiết bị đọc màn hình

3.4.1 Kiến trúc triển khai firmware



Hình 3.8. Sơ đồ khối triển khai phần mềm Device

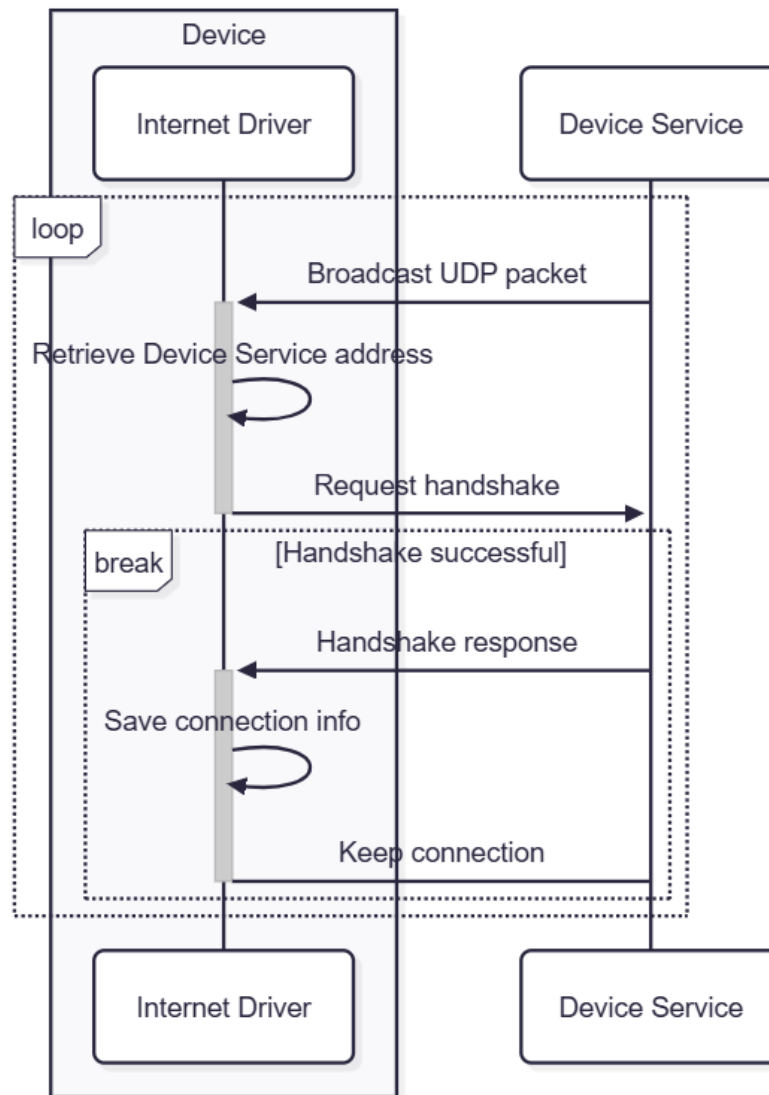
Các khối triển khai thực hiện các chức năng đã được nêu ra trong hình 3.2.

Mỗi khối triển khai ở hình 3.8. được tổ chức thành một module mã nguồn, xử lý và trao đổi dữ liệu với nhau.

- Capture Driver: Nhận các SPI frame từ CPLD, đóng gói thành các dữ liệu màn hình dạng byte data, cùng thời gian nhận dữ liệu và loại màn hình.
- Device Driver: Xử lý giao thức. Xử lý các gói tin nhận được (dạng byte frame) từ đầu vào Ethernet và chuyển tiếp tới các khối Capture Driver, OTA và Device peripherals để thực hiện các logic chính. Đồng thời đẩy các gói tin màn hình (dạng byte frame) cho khối Internet để thực hiện gửi cho phần mềm máy tính (Device Service)
- Internet Driver: Giao tiếp với chip W5500 để thực hiện trao đổi gói tin qua mạng LAN.
 - Xin cấp phát IP tĩnh từ router
 - Nhận địa chỉ IP của phần mềm máy tính (Device Service) thông qua gói tin được broadcast
 - Trao đổi dữ liệu dạng byte frame với phần mềm máy tính (Device Service) thông qua giao thức TCP, cấu trúc gói tin tuân theo API đã được quy ước.
 - Khi bị mất kết nối với phần mềm Device Service, cố gắng kết nối trở lại với phần mềm.

3.4.2 Trình tự giao tiếp giữa các khối

a. Nhận gói tin broadcast và kết nối tới phần mềm Device Service



Hình 3.9. Trình tự giao tiếp: Thiết lập kết nối tới phần mềm giải mã Device Service

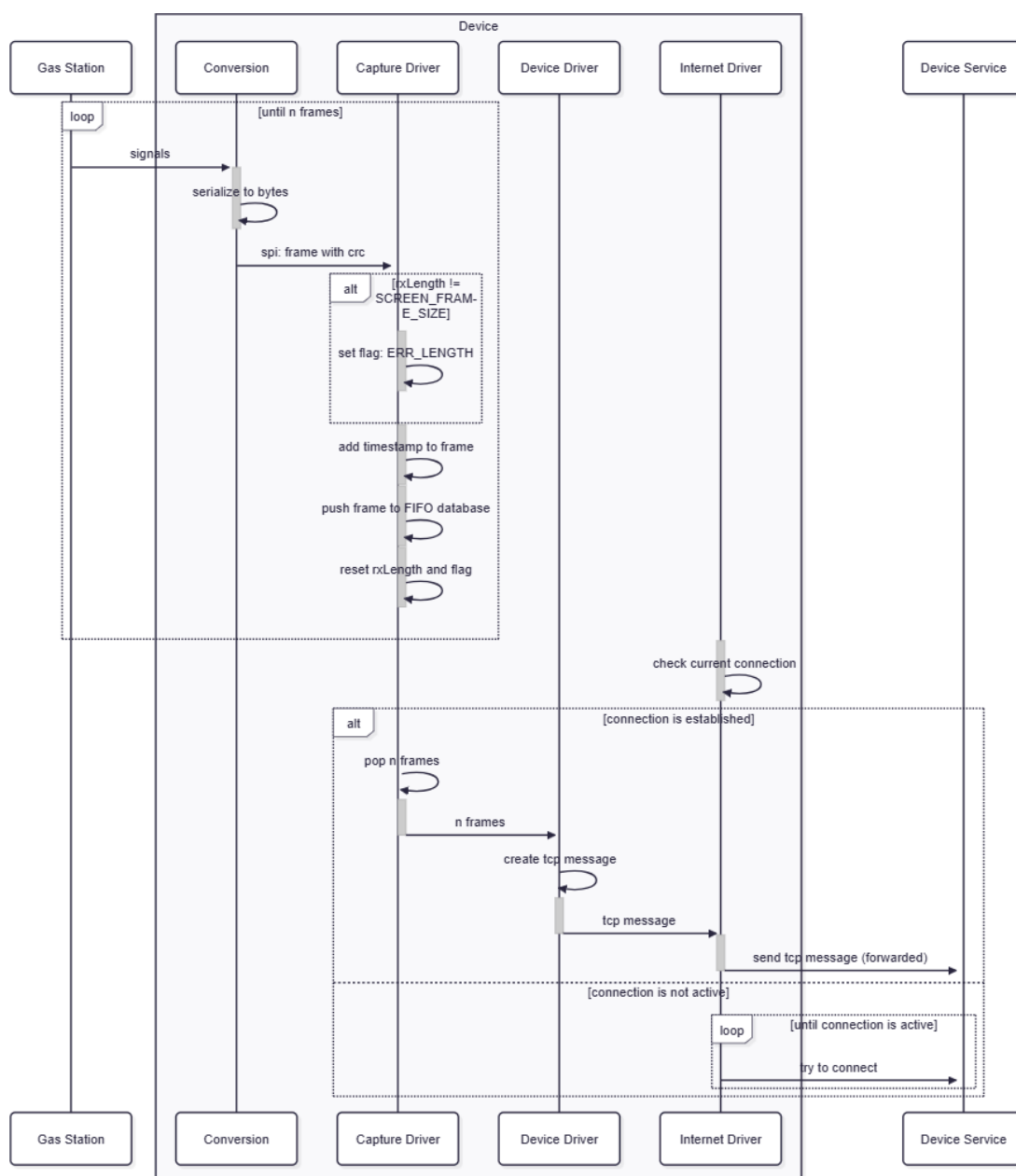
Gói tin broadcast của phần mềm giải mã (Device Service) có chứa địa chỉ (IP và PORT) của phần mềm. Thiết bị nhận được gói tin, lấy thông tin địa chỉ và gửi yêu cầu thiết lập kết nối tới phần mềm (handshake).

Trong trường hợp không kết nối được hoặc mất kết nối, thiết bị sẽ liên tục yêu cầu kết nối trở lại tới phần mềm.

b. Đẩy dữ liệu thô màn hình (dạng byte)

Tín hiệu màn hình được thu thập bởi bộ chuyển đổi tín hiệu, và đẩy tới **Capture Driver**, sử dụng SPI.

Khối Capture Driver nhận từng byte, lưu trữ tạm vào 1 buffer cho đến khi độ dài



Hình 3.10. Trình tự giao tiếp: thu thập và đẩy dữ liệu màn hình

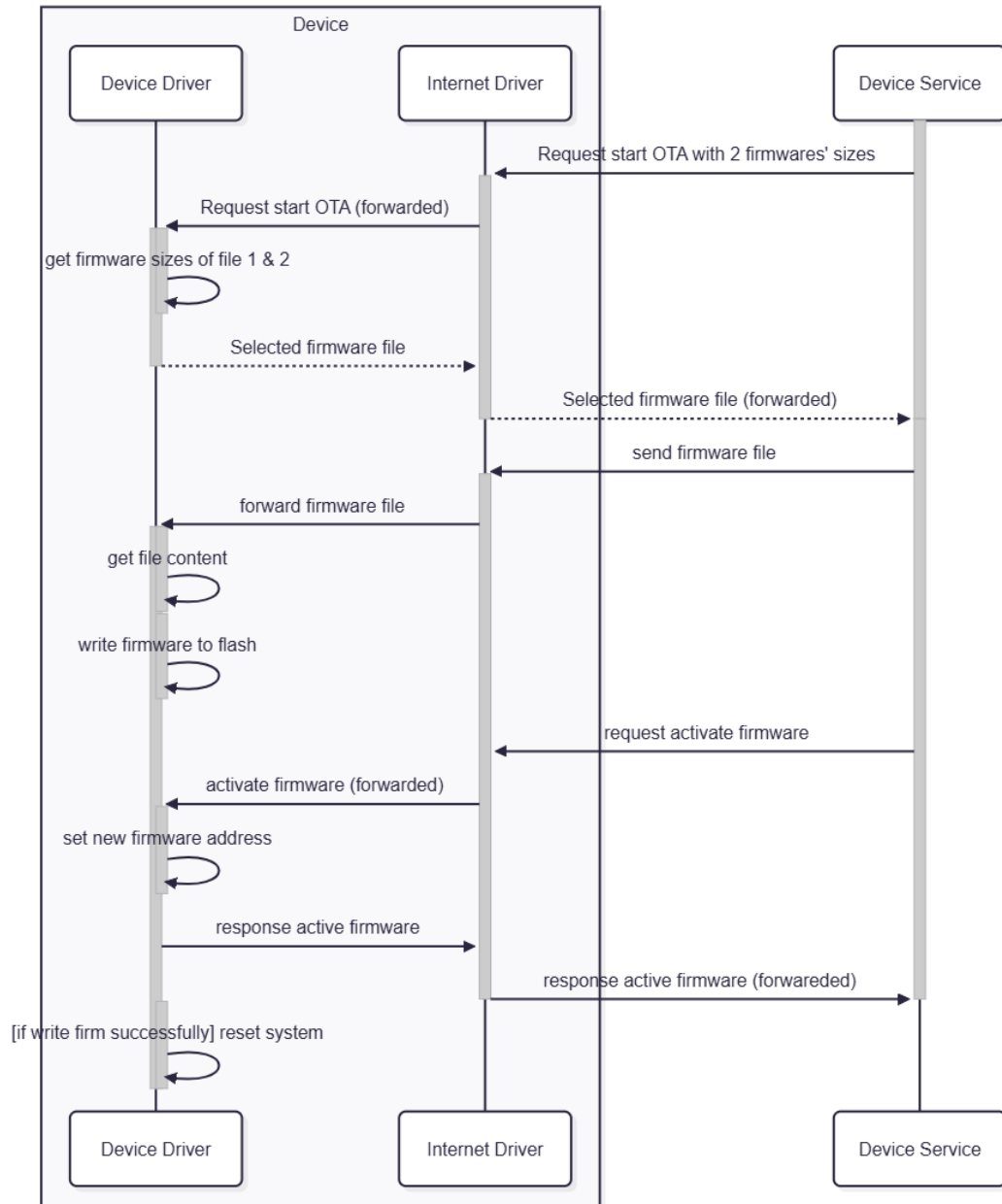
buffer bằng độ dài tiêu chuẩn 1 frame màn hình (22 byte đối với máy ZCheng). Khi đó, dữ liệu buffer được lấy ra để tạo thành 1 frame màn hình.

Mỗi frame màn hình chứa dữ liệu "tổng tiền", "số lít", "đơn giá" đã được mã hóa, sẽ được lưu tạm vào 1 FIFO database (tại memory) cùng với thời gian nhận frame. Buffer nhận sau đó được xóa để bắt đầu nhận frame mới.

Do tần số nhận frame cao (100Hz), không thể gửi dữ liệu với tần số như vậy thông qua chip Ethernet, dữ liệu màn hình được lưu tạm vào 1 FIFO Database. Ở mỗi

lần gửi, **Internet Driver** kiểm tra kết nối hiện tại với phần mềm Device Service. Nếu kết nối vẫn tốt, **Capture Driver** sẽ lấy nhiều frame từ database cùng một lúc để gửi đến phần mềm Device Service.

c. Cập nhật firmware



Hình 3.11. Trình tự giao tiếp: cập nhật firmware từ xa (OTA)

Phần mềm Device Service gửi yêu cầu bắt đầu tiến trình OTA cùng với kích thước firmware mới. Thiết bị thông báo lại tên file firmware muốn cập nhật (file 1 hoặc 2).

Sau đó, Device Service gửi từng đoạn dữ liệu firmware mới cùng offset. Thiết bị dữ liệu vào flash, tại vị trí cho firmware mới.

Khi việc truyền nhận firmware mới hoàn tất, thiết bị đặt con trỏ chứa địa chỉ firmware theo giá trị địa chỉ mới và tiến hành reset.

CHƯƠNG 4. MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ

Các kết quả được thể hiện tại đây ...

KẾT LUẬN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

PHỤ LỤC

A Một số phương pháp đo và hiệu chuẩn

Phụ lục cần thêm (nếu có) ...